

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Buah Senduduk Akar

Tumbuhan senduduk akar merupakan tanaman perdu yang tersebar di hutan Indonesia (LIPI, 2007). Tumbuhan senduduk akar (*Melastoma malabathricum* L.) tumbuh liar pada tempat-tempat yang mendapat cukup sinar matahari, seperti di lereng gunung, semak belukar, lapangan yang tidak terlalu gersang atau di daerah objek wisata sebagai tanaman hias.

Tumbuhan senduduk merupakan tanaman tropis Indonesia yang dapat tumbuh di dataran rendah pada ketinggian 10-1850 mdpl, tinggi 0,5-4 m, banyak bercabang, bersisik dan berbulu halus. Senduduk akar memiliki daun tunggal, bertangkai, letak berhadapan silang. Helai daun bundar telur memanjang sampai lonjong, tepi rata, permukaan berambut pendek sehingga teraba kasar. Berbunga majemuk yang berwarna ungu kemerahan. Buah senduduk berbentuk oval, kecil-kecil dan mempunyai ukuran kira-kira 6 mm. Buah senduduk mula-mula tertutup oleh kulit buah, tetapi ketika buah sudah masak penutupnya akan terbuka dan menampilkan isi yang berwarna ungu gelap. Di dalam isi terdapat biji yang banyak berbentuk butir-butir halus (Septia, 2012).



Gambar 1. Tanaman Senduduk Akar

Sumber: Decky, 2013

2.1.1 Sistematika Tumbuhan

Dalam taksonomi tumbuhan, buah senduduk akar diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom : *Plantae*
Divisi : *Spermatophyta*
Sub Divisi : *Angiospermae*

Kelas : *Dicotyledoneae*
Ordo : *Myrtales*
Famili : *Melastomataceae*
Genus : *Melastoma*
Spesies : *Melastoma malabathricum* L.
Nama Lokal : Senduduk akar, Senggani, Harendong

2.1.2 Manfaat Buah Senduduk Akar

Tanaman buah senduduk merupakan salah satu tumbuhan yang digunakan sebagai tumbuhan obat. Bagian tumbuhan yang digunakan adalah daun, akar, buah dan biji. Tumbuhan senduduk akar berkhasiat untuk mengatasi gangguan pencernaan (dispepsi), disentri basiler, diare, hepatitis, keputihan (leukorea), sariawan, darah haid berlebihan, pendarahan rahim diluar waktu haid, mimisan, berak darah (melena), wasir berdarah dan tromboangitis (Gholib, 2009)

2.1.3 Kandungan pada Buah Senduduk Akar

Buah senduduk akar mengandung antosianin yang tinggi dan merupakan bahan yang banyak menghasilkan antioksidan. Selain itu tumbuhan buah senduduk akar mengandung senyawa flavonida, saponin, tanin, glikosida, steroida/triterpenoida yang berperan sebagai penyembuh luka.

2.2 Etanol

Alkohol adalah senyawa hidrokarbon berupa gugus hidroksil (-OH) dengan 2 atom karbon (C). Spesies alkohol yang banyak digunakan adalah $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ yang disebut metil alkohol (metanol), $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ yang diberi nama etil alkohol (etanol) dan $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$ yang disebut isopropil alkohol (IPA) atau propanol-2.

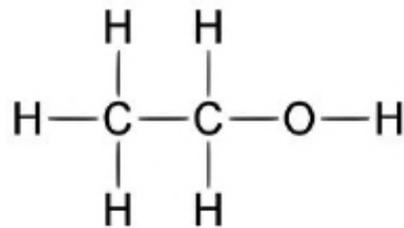
Etanol disebut juga etil alkohol dengan rumus kimia $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ atau $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ dengan titik didihnya $78,4^\circ\text{C}$. Etanol memiliki nama lain yaitu etil alkohol, hidroksietana, alkohol murni dan alkohol absolut. Pada kondisi standar/atmosferik, etanol memiliki sifat tidak berwarna, volatil, berbau khas dan dapat bercampur dengan air (Rama, 2008). Etanol merupakan bahan kimia organik yang mengandung oksigen yang paling eksotik karena kombinasi sifat-sifat uniknya yang dapat digunakan sebagai pelarut, germisida, minuman, bahan

anti beku, bahan bakar, bahan *depressant* dan khususnya karena kemampuannya sebagai bahan kimia intermediet untuk menghasilkan bahan kimia yang lain.

Menurut Rama (2008), etanol memiliki 2 jenis yaitu etanol sintetik sering disebut metanol atau metil alkohol atau alkohol kayu, terbuat dari etilen, salah satu derivat minyak bumi atau batubara. Bahan ini diperoleh dari sintesis kimia yang disebut hidrasi, sedangkan bioetanol direkayasa dari biomassa (tanaman) melalui proses biologi (enzimatik dan fermentasi).

Etanol termasuk molekul yang sangat polar karena adanya gugus hidroksil (OH) dengan keelektronegatifan oksigen yang sangat tinggi yang menyebabkan terjadinya ikatan hidrogen dengan molekul lain, sehingga etanol dapat berikatan dengan molekul polar dan molekul ion. Gugus etil (C₂H₅) pada etanol bersifat non-polar, sehingga etanol dapat berikatan juga dengan molekul non-polar.

Etanol merupakan pelarut yang paling penting setelah air pada industri. Etanol merupakan alkohol yang paling tidak beracun (hanya beracun apabila dalam jumlah yang sangat besar), umumnya digunakan sebagai pelarut, antiseptik perasa (sari vanila) atau pewarna makanan dan bahan pada industri kosmetik (parfum) maupun obat-obatan (Schiller M., 2010).



Gambar 2. Struktur Molekul Etanol

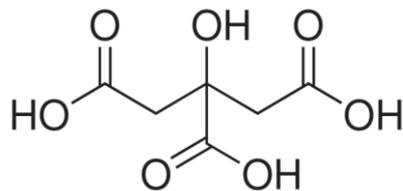
Sumber: Schiller M., 2010

2.3 Asam Sitrat

Asam sitrat adalah asam hidroksi trikarboksilat (2-hidroksi-1,2,3-propana trikarboksilat) yang diperoleh dari ekstraksi buah-buahan atau dengan cara fermentasi. Asam sitrat merupakan asam organik yang pertama kali diisolasi dan dikristalkan menjadi hablur atau serbuk berwarna putih oleh Scheele pada tahun 1784 dari sari buah jeruk kemudian diproduksi secara komersial pada tahun 1860 di Inggris. Senyawa ini merupakan bahan pengawet yang baik dan alami, selain digunakan sebagai penambah rasa asam pada makanan dan minuman ringan.

Asam sitrat juga dapat digunakan sebagai zat pembersih yang ramah lingkungan dan sebagai antioksidan. Dalam biokimia, asam sitrat dikenal sebagai senyawa antara dalam siklus sitrat yang terjadi di dalam mitokondria yang penting dalam metabolisme makhluk hidup. Zat ini juga dapat digunakan sebagai zat pembersih yang ramah lingkungan dan sebagai antioksidan. Asam sitrat terdapat pada berbagai jenis buah dan sayuran, namun ditemukan pada konsentrasi tinggi yang dapat mencapai 8% bobot kering, pada jeruk lemon dan limau (misalnya jeruk nipis dan jeruk purut).

Asam sitrat memiliki bobot molekul 192,12 gr/mol, pKa 3,09, 4,75, 6,41 dan melebur pada suhu 153°C. Asam sitrat berbentuk hablur bening, tidak berwarna atau serbuk hablur gramul sampai halus, putih, praktis, tidak berbau, rasa sangat asam. Bentuk hidrat mekar dalam udara kering. Asam sitrat sangat mudah larut dalam air, mudah larut dalam etanol, agak sukar larut dalam eter.



Gambar 3. Struktur Asam Sitrat

Sumber: Schiller M., 2010

2.4 Gum Arab

Gum arab merupakan salah satu produk getah (resin) yang dihasilkan dari produk penyadapan tanaman *acacia sp.* Gum arab pada dasarnya merupakan serangkaian satuan-satuan D-galaktosa, L-arabinosa, asam D-galakturonat dan L-ramnosa. Gum arab merupakan hidrokoloid yang dihasilkan dengan eksudasi alami dari pohon akasia dan merupakan bagan enkapsulasi efektif karena memiliki beberapa sifat seperti:

1. Kelarutan air yang tinggi
2. Viskositas yang rendah
3. Larutan terkonsentrasi relatif dengan hidrokoloid lainnya
4. Memiliki kemampuan emulsifier minyak dalam air



Gambar 4. Gum Arab

Sumber: Decky, 2013

Gum arab sangat mudah larut dalam air, baik air panas maupun air dingin tetapi tidak larut dalam pelarut organik seperti alkohol. Komponen protein (2%) juga terkandung dalam gum arab yang terikat kovalen dalam susunan molekulnya. Karakteristik utama dari gum arab adalah pembentuk tekstur, pembentuk film, pengikat, penstabil dan pengemulsi. Gum arab tidak memiliki rasa dan bau sehingga dapat ditambahkan ke dalam makanan tanpa mengganggu organoleptik dari bahan makanan yang mengalami penambahan gum arab.

Gum arab bermanfaat sebagai pengemulsi dan penstabil karena gum arab memiliki dua sisi yaitu sisi hidrofilik dan sisi hidrofobik sehingga baik digunakan untuk mengemulsikan dua larutan yang berbeda. Kemampuan gum arab sebagai pengemulsi membuat gum arab banyak digunakan pada industri roti dan es krim. Kemampuan gum arab sebagai penstabil membuat gum arab banyak digunakan pada industri minuman berkarbonasi dan industri es krim.

Gum arab merupakan polisakarida netral atau sedikit asam, pada umumnya terdapat dalam bentuk garam Ca, Mg dan K. Jika gum arab terhidrolisis maka akan menghasilkan lima jenis gula: yaitu D-galaktosa, L-arabinosa (dalam bentuk piranosa dan furanosa), L-ramnosa, D-asam glukoronat, dan metil asam glukoronat. Berat molekul gum arab berkisar antara 250.000 hingga 1.000.000. Gum arab dapat digolongkan berdasarkan kelarutannya menjadi dua golongan besar; yaitu gum yang larut air (hidrofilik), dan gum yang tidak larut air (hidrofobik). Gum arab yang bersifat hidrofilik dapat dilarutkan atau didispersikan dalam air panas atau air dingin untuk meningkatkan viskositas larutan (Bertolini dkk., 2001).

Gum arab mudah larut ketika diaduk dalam air dan mempunyai sifat yang unik jika dibandingkan dengan gum lain. Gum arab membentuk larutan dengan kekentalan yang rendah sehingga dapat membentuk larutan dengan konsentrasi sampai 50%. Gum lain akan membentuk larutan yang sangat kental pada konsentrasi yang rendah (1-5 %), sedangkan gum arab baru mencapai kekentalan maksimum pada konsentrasi 40-50%. Gum arab akan mencapai kekentalan maksimum pada pH 4,5-5,5. Apabila pH gum arab kurang dari 4,5 atau lebih dari 5,5 maka akan menyebabkan kekentalan larutan rendah. Adanya elektrolit dalam larutan gum arab juga mengakibatkan turunnya kekentalan, meskipun dalam larutan yang sangat encer penurunan kekentalan ini lebih nyata pada larutan dengan konsentrasi yang tinggi.

Menurut Imeson (1999), gum arab stabil dalam larutan asam. pH alami gum dari *Acacia Senegal* ini berkisar 3,9- 4,9 yang berasal dari residu asam glukoronik. Emulsifikasi gum arab berhubungan dengan kandungan nitrogennya (protein). Gum arab dapat meningkatkan stabilitas dengan peningkatan viskositas. Jenis pengental ini juga tahan panas pada proses yang menggunakan panas namun lebih baik jika panasnya dikontrol untuk mempersingkat waktu pemanasan karena gum arab dapat terdegradasi secara perlahan-lahan dan kekurangan efisiensi emulsifikasi dan viskositas.

2.4.1 Kegunaan Gum Arab

Gum arab dapat digunakan untuk memperbaiki viskositas, tekstur dan bentuk pada produk pangan. Gum arab juga dapat mempertahankan *flavor* pada produk pangan yang dikeringkan dengan menggunakan *spray dryer* karena gum arab dapat membentuk lapisan yang dapat melapisi partikel *flavor* sehingga dapat terlindung dari oksidasi, evaporasi dan absorpsi air dari udara terutama pada produk yang bersifat higroskopis (Reineccius, 2002).

Gum arab termasuk ke dalam golongan GRAS (*Generally Recognized As Safe*) sehingga gum arab sering diaplikasikan pada industri pangan. Gum arab digunakan sebagai penstabil busa pada minuman berkarbonasi. Gum arab juga digunakan sebagai pengikat aroma, penstabil, dan pengemulsi pada pembuatan es krim. Gum arab mempunyai gugus arabinogalactan protein (AGP) dan

glikoprotein (GP) yang berperan sebagai pengemulsi dan pengental. Gum arab merupakan bahan pengental emulsi yang efektif sehingga sering digunakan dalam pembuatan roti.

2.5 Tepung Terigu

Tepung terigu merupakan tepung yang diperoleh dari biji gandum (*Triticum vulgare*) yang digiling. Keistimewaan tepung terigu jika dibanding dengan serelia lainnya adalah kemampuannya dalam membentuk gluten pada adonan ini menyebabkan elastis atau tidak mudah hancur pada proses pencetakan atau pemasakan.

Mutu terigu yang dikehendaki adalah terigu yang mempunyai kandungan air 14%, kadar protein 8-12%, kadar abu 0,25-1,60% dan gluten basah 24-36%. Adanya kandungan tepung terigu tersebut maka fungsi tepung terigu membentuk jaringan sebagai akibat dari pembentukan gluten. Protein yang ada di dalam tepung terigu tidak larut dalam air akan menyerap air dan ketika diaduk/diulen akan membentuk gluten yang akan menahan gas CO₂. Berikut komposisi kimia tepung terigu.

Tabel 1. Komposisi Kimia Tepung Terigu (per 100 gram bahan)

Komposisi	Jumlah
Kalori (kal)	365
Protein (g)	8,9
Lemak (g)	1,3
Karbohidrat (g)	77,3
Air (g)	12,0
P (mg)	106
Kalsium (mg)	16
Fe (mg)	1,2
Bdd	100

Sumber: Direktorat Gizi Departemen Kesehatan R.I, 1995

Gluten merupakan kompleks protein yang tidak larut dalam air, berfungsi sebagai pembentuk struktur kerangka produk. Gluten terdiri atas komponen gliadin dan glutenin yang menghasilkan sifat-sifat viskoelastis. Ratnawati (2003) menambahkan bahwa gliadin akan menyebabkan gluten bersifat elastis, sedangkan glutenin menyebabkan adonan menjadi kuat menahan gas dan menentukan struktur pada produk yang dibakar.



Gambar 5. Tepung Terigu

Sumber: Fenny, 2015

2.6 Tepung Sagu

Pati adalah salah satu jenis polisakarida yang amat luas tersebar di alam. Pati ini disimpan sebagai cadangan makanan bagi tumbuhan di dalam biji buah (padi, jagung), di dalam umbi (ubi kayu, ubi jalar, galur) dan pada batang (sagu, aren). Tanaman sagu termasuk dalam keluarga *Palmae* dari genus *Metroxylon*. Potensi tanaman sagu di Indonesia sangat besar, khususnya di Indonesia bagian timur. Tanaman sagu terutama terdapat di Irian Jaya (980.000 ha), Maluku (30.000 ha), Sulawesi Selatan (30.000 ha) dan Riau (32.000 ha). Kandungan pati yang cukup tinggi dari tepung sagu memungkinkan sagu dipergunakan sebagai:

- a. Bahan baku untuk produksi glukosa
- b. Bahan baku *high fructose syrup*, sorbitol dan lain-lain
- c. Bahan baku industri alkohol
- d. Bahan baku industri tekstil
- e. Bahan baku industri lem untuk *plywood*
- f. Bahan dasar dalam pembuatan *dextrin*, bubuk puding

Sagu kering yang ada di pasaran, pada umumnya dengan kandungan sagu yaitu pati di atas 80% (syarat mutu tepung sagu menurut SII. 0231-79 adalah kadar pati minimum 80% serat kasar maksimum 0,5%, abu maksimum 1,5%, air maksimum 14% dan tidak mengandung logam berbahaya). Wirakartakusumah dkk., (1984) mengatakan bahwa pati sagu mengandung amilosa 27,4% dan amilopektin 72,6%. Flach (1983) juga mengatakan bahwa pati sagu mengandung

amilosa sebanyak 27% dan amilopektin 73%. Perbandingan amilosa dan amilopektin ini mempengaruhi sifat kelarutan dan derajat gelatinisasi pati, semakin besar kandungan amilosa maka pati akan bersifat lebih kering, kurang lekat dan cenderung menyerap air lebih banyak.

Tabel 2. Komponen Makronutrien Pati Sagu

Komponen	Jumlah (%)
Pati	84,7%
Air	14%
Protein	0,7%
Lemak	0,2%
Impuritis	0,4%

Sumber: Direktorat Gizi, Departemen Kesehatan R.I (1981)



Gambar 6. Tepung Sagu

Sumber: Fenny, 2015

2.6.1 Manfaat Tepung Sagu

Beberapa manfaat tanaman sagu sebagai salah satu komoditi budidaya: Pelepahnya dipakai sebagai dinding atau pagar rumah daunnya untuk atap, kulit atau batangnya merupakan kayu bakar yang bagus, aci sagu (bubuk yang dihasilkan dengan cara mengekstraksi pati dari umbi atau empulur batang) dapat diolah menjadi berbagai makanan, sebagai makanan ternak, serat sagu dapat dibuat hardboard atau bricket bangunan bila dicampur semen, dapat dijadikan perekat (lem) untuk kayu lapis.

2.7 Tepung Tapioka

Tapung tapioka atau aci adalah tepung yang diperoleh dari umbi akar ketela pohon atau yang lebih populer disebut singkong. Masyarakat mengenal dua jenis

tapioka, yaitu tapioka kasar dan tapioka halus. Tapioka kasar masih mengandung gumpalan dan butiran ubi kayu yang masih kasar, sedangkan tapioka halus merupakan hasil pengolahan lebih lanjut dan tidak mengandung gumpalan lagi.



Gambar 7. Tepung Tapioka

Sumber: Fenny, 2015

Tabel 3. Komposisi Kimia Tepung Tapioka per 100 gram Bahan

Komponen	Jumlah
Kalori (kal)	358
Protein (g)	0,19
Lemak (g)	0,02
Karbohidrat (g)	88,69
Kalsium (mg)	20
Fosfor (mg)	7
Besi (mg)	1,58
Vitamin A (IU)	0
Vitamin C(mg)	0,0
Air (g)	10,92

Sumber: Direktorat Gizi Departemen Kesehatan R.I, 1995

Kualitas tapioka sangat ditentukan oleh 4 faktor menurut (Esti dkk., 2000) yaitu:

1. Warna tepung, tepung tapioka yang baik berwarna putih
2. Kandungan air, tepung harus dijemur sampai kering benar sehingga kandungan airnya rendah
3. Banyaknya serat dan kotoran. Banyaknya serat dan kayu dipengaruhi oleh umur panen ubi kayu. Ubi kayu yang baik umumnya umurnya kurang dari 1 tahun karena serat dan zat kayunya masih sedikit dan zat patinya masih banyak
4. Tingkat kekentalan. Parameter ini umumnya dihubungkan dengan daya rekat tapioka. Untuk menghasilkan daya rekat yang tinggi diupayakan dihindari penggunaan air yang berlebih dalam proses produksi

2.8 Tepung Maizena

Tepung maizena merupakan salah satu bentuk hasil pengolahan biji jagung, pemilihan pati jagung dibanding pati jenis lain antara lain didasarkan atas pertimbangan ekonomi, serta tanaman jagung banyak ditemukan di Indonesia. Selain sebagai sumber energi pati juga berfungsi sebagai bahan baku atau bahan aditif dalam industri.

2.8.1 Komposisi Tepung Maizena

Karbohidrat merupakan komponen utama penyusun amilosa dan amilopektin yang kadarnya cukup tinggi pada tepung maizena, sehingga cocok digunakan untuk pengolahan lebih lanjut menjadi pati modifikasi. Komposisi tepung maizena dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. Komposisi Unsur Nutrisi Tepung Maizena (per 100 gram)

Komponen	Kadar
Kalori	343,000 kal
Air	14,00 %
Phospor	30,00 mg
Karbohidrat	85,00 gr
Kalsium	20,00 mg
Vitamin C	00,00 mg
Protein	00,30 gr
Besi	02,00 mg
Lemak	00,00 gr
Vitamin B1	00,00 mg
Berat dapat dimakan	100,00 gr

Sumber: Direktorat Gizi Departemen Kesehatan R.I, 1995



Gambar 8. Tepung Maizena

Sumber: Fenny, 2015

2.9 Ekstraksi

Ekstraksi merupakan salah satu metode proses pemisahan satu atau lebih komponen dari suatu campuran homogen dengan menambahkan suatu pelarut cair (*solven*) sebagai *separating agent*. Menurut Harbone (1987), ekstraksi adalah proses penarikan komponen zat aktif suatu sampel dengan menggunakan pelarut tertentu. Ekstraksi meliputi distribusi zat terlarut diantara dua pelarut yang tidak saling bercampur. Pelarut yang umum dipakai adalah air dan pelarut organik lain seperti kloroform, eter dan alkohol (Sudjadi, 1988). Pemilihan metode ekstraksi senyawa ditentukan oleh beberapa faktor, yaitu sifat jaringan tanaman, sifat kandungan zat aktif serta kelarutan dalam pelarut yang digunakan. Prinsip ekstraksi adalah melarutkan senyawa polar dalam pelarut polar dan senyawa non-polar dalam pelarut non-polar.

2.9.1 Macam-Macam Metode Ekstraksi

Metode ekstraksi bahan alam yang sering digunakan terbagi menjadi 2 yaitu:

2.9.1.1 Ekstraksi Cara Dingin

Metode ini artinya tidak ada proses pemanasan selama proses ekstraksi berlangsung, tujuannya untuk menghindari rusaknya senyawa karena pemanasan. Jenis ekstraksi dingin terbagi 2, yaitu maserasi dan perkolasi.

Metode maserasi merupakan cara pemisahan yang sederhana. Maserasi dilakukan dengan cara merendam serbuk simplisia dalam *solvent*. *Solvent* akan menembus dinding sel dan masuk ke dalam rongga sel yang mengandung zat aktif, zat aktif akan larut dengan karena adanya perbedaan konsentrasi antara larutan zat aktif di dalam sel dengan yang di luar sel, maka larutan yang terpekat didesak keluar. Peristiwa tersebut terjadi secara berulang sehingga terjadi keseimbangan konsentrasi antara larutan di luar sel dan di dalam sel.

Metode perkolasi merupakan proses pemisahan simplisia dengan jalan melewati pelarut yang sesuai secara lambat pada simplisia dalam suatu *percolator*. Perkolasi bertujuan supaya zat berkhasiat tertarik seluruhnya dan biasanya dilakukan untuk zat yang tidak tahan terhadap pemanasan. *Solvent*

dialirkan dari atas ke bawah melalui serbuk tersebut, *solvent* akan melarutkan zat aktif sel-sel yang dilalui sampai mencapai keadaan jenuh.

2.9.1.2 Ekstraksi Cara Panas

Metode ini melibatkan panas dalam prosesnya. Dengan adanya panas secara otomatis akan mempercepat proses pemisahan dibandingkan dengan metode dingin. Metode ini terbagi menjadi 2, yaitu refluks, ekstraksi dengan alat soxhlet.

Metode refluks merupakan salah satu metode sintesis senyawa anorganik. Metode ini digunakan apabila dalam sintesis tersebut menggunakan pelarut yang volatil. Pada kondisi ini jika dilakukan pemanasan biasa maka pelarut akan menguap sebelum reaksi berjalan sampai selesai. Prinsip dari metode refluks adalah pelarut volatil yang digunakan akan menguap pada suhu tinggi, namun akan didinginkan dengan kondensor sehingga pelarut yang tadinya dalam bentuk uap akan mengembun pada kondensor dan turun lagi ke dalam wadah reaksi sehingga pelarut akan tetap ada selama berlangsung. Sedangkan aliran gas N₂ diberikan agar tidak ada uap air atau gas oksigen yang masuk terutama pada senyawa organologam untuk sintesis senyawa anorganik karena sifatnya reaktif.

Metode soxhlet adalah suatu metode atau proses pemisahan suatu komponen yang terdapat dalam zat padat dengan cara penyaringan berulang-ulang dengan menggunakan pelarut tertentu, sehingga semua komponen yang diinginkan akan terisolasi. Soxhletasi digunakan pada pelarut organik tertentu. Dengan cara pemanasan, sehingga uap yang timbul setelah dingin secara kontinyu akan membasahi sampel, secara teratur pelarut tersebut dimasukkan kembali ke dalam labu dengan membawa senyawa kimia yang akan diisolasi tersebut.

Pada penelitian isolasi antosianin dari buah senduduk akar, metode yang digunakan merupakan metode maserasi. Teknik ini digunakan karena kandungan senyawa organik yang ada dalam bahan cukup tinggi dan telah diketahui jenis pelarut yang dapat melarutkan senyawa yang diisolasi. Metode maserasi sangat menguntungkan karena pengaruh suhu dapat dihindari, suhu yang tinggi memungkinkan terdegradasinya senyawa-senyawa metabolit sekunder. Pemilihan

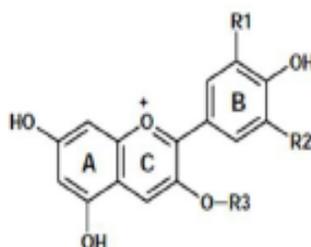
pelarut yang digunakan untuk proses maserasi akan memberikan efektivitas yang tinggi dengan memperhatikan kelarutan senyawa bahan alam dalam pelarut akibat kontak langsung dan waktu yang cukup lama dengan sampel (Djarwis, 2004).

2.10 Antosianin

Antosianin merupakan salah satu bagian penting dalam grup pigmen setelah klorofil. Antosianin berasal dari bahasa Yunani, *anthos* yang berarti bunga dan *kyanos* yang berarti biru gelap. Antosianin merupakan pigmen yang larut dalam air yang menghasilkan warna dari merah sampai biru dan tersebar luas dalam buah, bunga, dan daun (Jackman dan Smith, 1996).

Antosianin adalah zat warna alami yang bersifat sebagai antioksidan yang terdapat dalam tumbuh-tumbuhan. Lebih dari 300 struktur antosianin yang ditemukan telah diidentifikasi secara alami (Syahlul dkk., 2016). Kadar antosianin cukup tinggi terdapat pada berbagai tumbuh-tumbuhan seperti misalnya: *bilberries* (*vaccinium myrtillus* L), minuman anggur merah (*red wine*) dan anggur (Syahlul dkk., 2016).

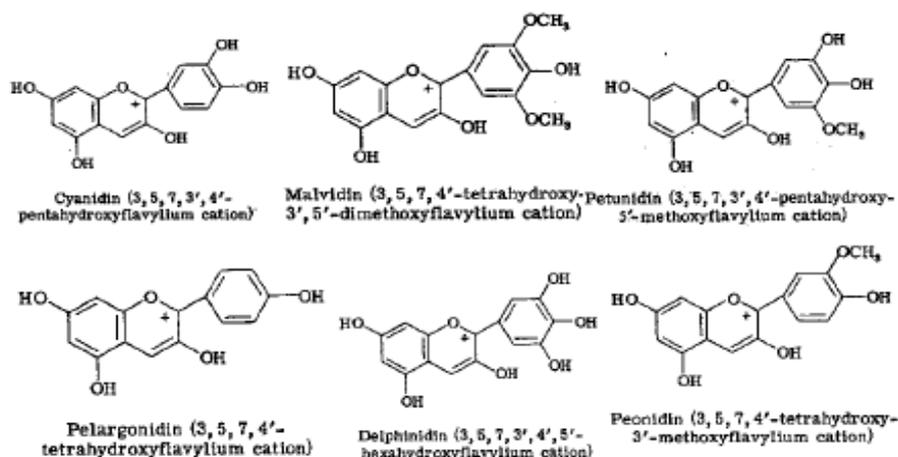
Secara kimia, antosianin merupakan hasil dari glikosilasi polihidroksi dan turunan polimetoksi dari garam 2-benzopirilium atau dikenal dengan struktur flavilium. Akibat kekurangan elektron, maka inti flavilium menjadi sangat reaktif dan hanya stabil pada keadaan asam (Harborne, 1987). Struktur antosianin dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Struktur Senyawa Antosianin

Sumber: Jackman dan Smith, 1996

Terdapat delapan belas bentuk antosianidin, akan tetapi hanya ada enam yang memegang peranan penting dalam bahan pangan, yaitu sianidin, malvidin, petunidin, pelargonidin, delphinidin, dan peonidin. Struktur keenam antosianidin dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10. Struktur Antosianidin

Sumber: Eskin, 1979

Struktur antosianin merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi stabilitas warna antosianin. Jumlah gugus hidroksi atau metoksi pada struktur antosianidin akan mempengaruhi warna antosianin. Jumlah gugus hidroksi yang dominan menyebabkan warna cenderung biru dan relatif tidak stabil. Sedangkan jumlah gugus metoksi yang dominan akan menyebabkan warna cenderung merah dan relatif stabil (Jackman dan Smith, 1996). Keterangan gugus pengganti pada antosianidin diberikan pada tabel 5.

Tabel 5. Struktur Alami yang Terjadi pada Antosianidin

Antosianidin	Substitusi (R)						Warna
	3	5	6	7	3'	5'	
Pelargonidin	OH	OH	H	OH	H	H	Orange
Cyanidin	OH	OH	H	OH	OH	H	Orange-Merah
Delphinidin	OH	OH	H	OH	OH	OH	Biru-Merah
Peonidin	OH	OH	H	OH	OMe	H	Orange-Merah
Petunidin	OH	OH	H	OH	OMe	OH	Biru-Merah
Malvidin	OH	OH	H	OH	OMe	Ome	Biru-Merah
Apigenidin	H	OH	H	OH	H	H	Orange
Luteolinidin	H	OH	H	OH	OH	H	Orange
Tricetinidin	H	OH	H	OH	OH	OH	Merah
Aurantidin	OH	OH	OH	OH	H	H	Orange
6-Hydroxy-Cyanidin	OH	OH	OH	OH	OH	H	Merah
6-Hydroxy-Delphinidin	OH	OH	OH	OH	OH	OH	Biru-Merah
Rosinidin	OH	OH	H	Ome	OMe	H	Merah
Hirsutidin	OH	OH	H	OMe	OMe	OMe	Biru-Merah
5-Methyl-Cyanidin	OH	Ome	H	OH	OH	H	Orange-Merah
Pulchelidin	OH	Ome	H	OH	OH	OH	Biru-Merah
Europinidin	OH	Ome	H	OH	OMe	OH	Biru-Merah
Capensinidin	OH	Ome	H	OH	OMe	OMe	Biru-Merah

Sumber: Jackman dan Smith, 1996

Manusia sejak lama telah mengonsumsi antosianin bersamaan dengan buah dan sayuran yang mereka makan. Selama ini tidak pernah terjadi suatu penyakit atas keracunan yang disebabkan oleh zat warna ini sehingga antosianin aman untuk dikonsumsi, tidak beracun dan tidak menimbulkan mutasi gen. Beberapa penelitian di Jepang menyatakan bahwa antosianin memiliki fungsi fisiologi. Misalnya sebagai antioksidan, antikanker, dan perlindungan terhadap kerusakan hati. Antosianin juga berperan sebagai pangan fungsional, sebagai contoh “*food ingredient*” yang sangat berguna bagi kesehatan mata dan retina yang pertama kali dipublikasikan di Jepang pada tahun 1997.

Sifat fisika dan kimia dari antosianin dilihat dari kelarutan antosianin larut dalam pelarut polar seperti metanol, aseton, atau kloroform, terlebih sering dengan air dan diasamkan dengan asam klorida atau asam format. Antosianin stabil pada pH 3,5 dan suhu 50°C mempunyai berat molekul 207,08 gr/mol dan rumus molekul $C_{15}H_{11}O$ (Fennema, 1996). Antosianin dilihat dari penampakan berwarna merah, ungu dan biru mempunyai panjang gelombang maksimum 515-545 nm (Harborne, 1987).

Faktor yang mempengaruhi stabilitas antosianin adalah struktur antosianin dan komponen-komponen lain yang terdapat pada bahan pangan tersebut. Antosianin dapat membentuk kompleks dengan komponen polifenolik lainnya. Komponen flavonol dan flavon yang biasanya selalu berkonjugasi dengan antosianin juga memiliki kontribusi dalam menjaga stabilitas antosianin.

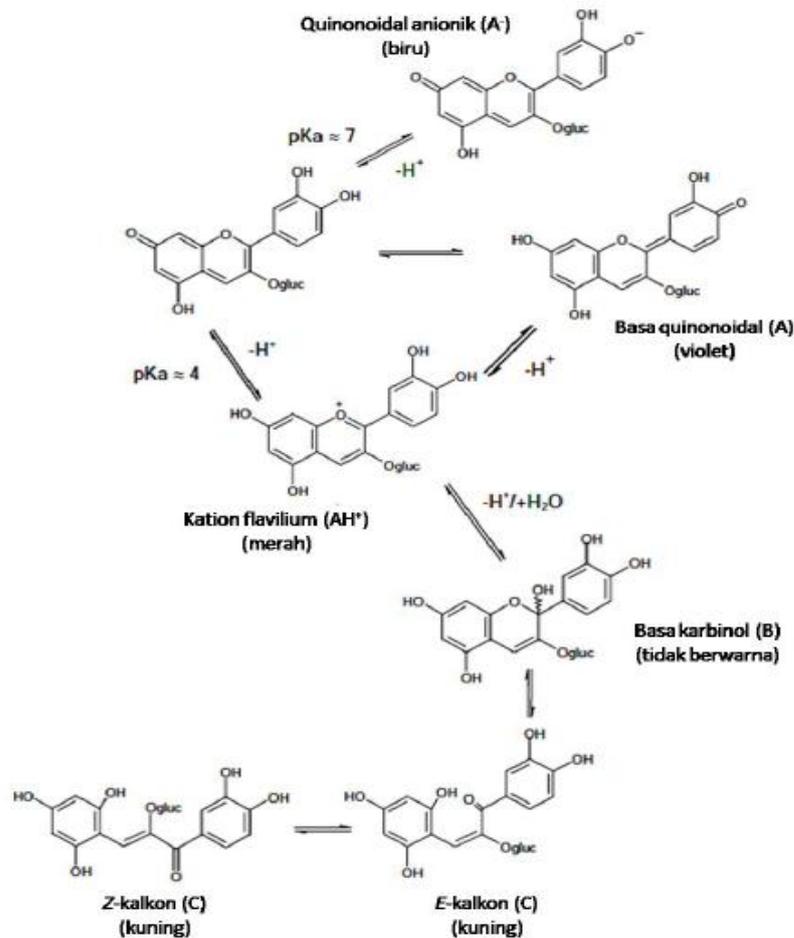
Faktor pH mempengaruhi kestabilan warna antosianin. Pada pH rendah (asam) pigmen ini berwarna merah dan pada pH tinggi berubah menjadi violet dan kemudian biru (Winarno, 1992). Menurut Markakis (1982), antosianin lebih stabil dalam larutan asam dibanding dalam larutan alkali atau netral. Pada larutan asam, antosianin bersifat stabil, pada larutan asam kuat antosianin sangat stabil.

Di dalam larutan, antosianin berada dalam lima bentuk kesetimbangan tergantung pada kondisi pH. Kelima bentuk tersebut yaitu kation flavilium, basa karbinol, kalkon, basa quinonoidal, dan quinonoidal anionik. Gambar 11 memperlihatkan mekanisme perubahan bentuk antosianin tersebut. Pada pH sangat asam (pH 1-2), bentuk dominan antosianin adalah kation flavilium. Pada bentuk ini, antosianin berada dalam kondisi paling stabil dan paling berwarna.

Ketika pH meningkat di atas 4 terbentuk senyawa antosianin berwarna kuning (bentuk kalkon), senyawa berwarna biru (bentuk quinoid), atau senyawa yang tidak berwarna (basa karbinol) (Nuri Andarwulan, 2012).

Faktor yang juga mempengaruhi antosianin adalah suhu. Proses pemanasan merupakan faktor terbesar yang menyebabkan kerusakan antosianin. Proses pemanasan terbaik untuk mencegah kerusakan antosianin adalah pengolahan pada suhu tinggi, tetapi dalam jangka waktu yang sangat pendek (*High Temperature Short Term* (HTST)). Cabrita dan Andersen (1999) menyatakan bahwa peningkatan suhu penyimpanan dari 10°C menjadi 23°C, masing-masing selama 60 hari, akan menyebabkan peningkatan kerusakan antosianin dari 30% menjadi 60%. Sebaliknya, stabilitas antosianin dapat meningkat sebanyak 6-9 kali ketika suhu penyimpanan diturunkan dari 20°C menjadi 4°C. Antosianin yang disimpan di dalam ruang vakum akan lebih stabil dibandingkan dengan antosianin yang disimpan di ruang terbuka. Asam askorbat atau vitamin C dalam konsentrasi tinggi juga dapat menyebabkan rusaknya komponen antosianin (De Rosso dan Mercadante, 2006).

Suhu juga dapat menggeser kesetimbangan antosianin. Perlakuan panas dapat menyebabkan kesetimbangan antosianin cenderung menuju bentuk yang tidak berwarna, yaitu basa karbinol dan kalkon. Kerusakan akibat pemanasan ini dapat terjadi melalui dua tahap. Pertama hidrolisis terjadi pada ikatan glikosidik antosianin sehingga menghasilkan aglikon-aglikon yang tidak stabil. Kedua, cincin aglikon terbuka membentuk gugus karbinol dan kalkon. degradasi ini dapat terjadi lebih lanjut jika terdapat oksidator sehingga terbentuk senyawa yang berwarna coklat (Nuri Andarwulan, 2012). Oleh karena itu, pada proses pengolahan pangan, aplikasi pewarna antosianin harus diusahakan pada tahap akhir di mana proses pemanasan sudah minimal.



Gambar 11. Bentuk Kesetimbangan Antosianin

Sumber: (Mateus N, 2009)

Berbagai macam zat warna antosianin yang diekstrak dari buah-buahan tertentu telah banyak dimanfaatkan sebagai pewarna pada produk minuman ringan, susu, bubuk minuman, minuman beralkohol, produk beku dan lain-lain. Penggunaan pewarna alami seperti antosianin semakin diminati karena dapat mengurangi penggunaan pewarna sintetik yang bersifat toksik dan tidak ramah lingkungan. Selain itu, antosianin juga dimanfaatkan dalam proses penyimpanan serta pengawetan buah dan pembuatan selai buah (Galang, 2011).

2.11 Zat Pewarna

Warna merupakan salah satu aspek penting dalam hal penerimaan konsumen terhadap suatu produk pangan. Warna dalam bahan pangan dapat menjadi ukuran terhadap mutu, warna juga dapat digunakan sebagai indikator

kesegaran atau kematangan (Winarno, 1992). Winarno (1992), juga menambahkan bahwa apabila suatu produk pangan memiliki nilai gizi yang baik, enak dan tekstur yang sangat baik akan tetapi jika memiliki warna yang tidak sedap dipandang akan memberi kesan bahwa produk pangan tersebut telah menyimpang.

Menurut Elbe dkk., (1996), zat pewarna merupakan suatu bahan kimia baik alami maupun sintetik yang memberikan warna. Berdasarkan sumbernya, zat pewarna untuk makanan dapat diklasifikasikan menjadi pewarna alami dan sintetik (Winarno, 1992). Pewarna alami yaitu zat warna yang diperoleh dari hewan seperti: warna merah muda pada flamingo dan ikan salem sedangkan dari tumbuh-tumbuhan seperti: karamel, coklat dan daun suji. Pewarna buatan sering juga disebut dengan zat warna sintetik. Proses pembuatan zat warna sintetik ini biasanya melalui perlakuan pemberian asam sulfat atau asam nitrat yang seringkali terkontaminasi oleh arsen atau logam berat lain yang bersifat racun.

Pemakaian bahan pewarna sintetik dalam makanan walaupun mempunyai dampak positif bagi produsen dan konsumen, diantaranya dapat membuat makanan lebih menarik, meratakan warna makanan dan mengembalikan warna dari bahan dasar yang hilang atau berubah selama pengolahan, ternyata dapat pula menimbulkan hal-hal yang tidak diinginkan dan bahkan mungkin memberi dampak negatif terhadap kesehatan konsumen seperti kanker kulit, kanker mulut, kerusakan otak.

Di Indonesia undang-undang penggunaan zat pewarna belum memasyarakat sehingga terdapat kecenderungan penyimpangan pemakaian zat pewarna untuk berbagai bahan pangan oleh produsen, misalnya pemakaian zat pewarna tekstil dan kulit dipakai untuk mewarnai makanan. Hal tersebut jelas berbahaya bagi kesehatan, karena residu logam berat pada zat pewarna tersebut bersifat karsinogenik. Timbulnya penyimpangan penggunaan zat pewarna disebabkan karena tidak adanya penjelasan dalam label yang melarang penggunaan senyawa tersebut untuk bahan pangan selain itu juga disebabkan bea masuk zat pewarna untuk makanan jauh lebih mahal dari zat pewarna non-pangan. Hingga saat ini aturan penggunaan zat pewarna di Indonesia diatur dalam SK Menteri Kesehatan RI tanggal 22 Oktober 1973.

Menurut Hendry (1996), selain zat pewarna alami dan sintetis juga terdapat zat pewarna identik alami. Zat pewarna identik alami merupakan zat pewarna yang disintesis secara kimia sehingga menghasilkan zat pewarna dengan struktur kimia yang sama seperti zat pewarna alami. Hendry (1996) menjelaskan bahwa pewarna alami merupakan bahan pewarna yang diperoleh dari sumber yang dapat dimakan atau bahan pewarna yang secara alami sudah terdapat di alam. Menurut Winarno (1992), yang termasuk ke dalam pewarna alami adalah ekstrak pigmen dari tumbuh-tumbuhan dan pewarna mineral. Zat pewarna alami disebut juga *uncertified color*. Penggunaan zat pewarna alami ini bebas dari prosedur sertifikasi. Contoh zat pewarna alami antara lain curcumin, riboflavin, klorofil, antosianin, β -karoten, biksin.

Menurut Hendry (1996), pewarna sintetis merupakan bahan pewarna yang dapat memberikan warna yang tidak ada di alam dan merupakan sintesis kimia, contohnya *sunset yellow*, *carmoisine*, dan *tartrazine*. Menurut Winarno (1992), zat pewarna sintetis harus melalui berbagai prosedur pengujian sebelum dapat digunakan sebagai zat pewarna makanan. Zat pewarna yang diijinkan penggunaannya dalam makanan dikenal dengan *certified color* atau *permitted color*. Untuk penggunaannya, zat warna tersebut harus menjalani tes dan prosedur penggunaan yang disebut proses sertifikasi.

Menurut Hendry (1996), pewarna identik alami merupakan bahan pewarna yang disintesis secara kimia tetapi warna dan strukturnya sama seperti di alam, contohnya β -karoten dan riboflavin. Elbe dan Schwartz (1996) menambahkan bahwa bahan pewarna yang dapat disintesis akan tetapi merupakan bahan pewarna yang identik alami dikategorikan ke dalam *uncertified color*.

Zat pewarna sendiri ditambahkan ke dalam bahan pangan dengan beberapa tujuan, antara lain untuk meningkatkan intensitas warna yang sudah ada, memperbaiki perubahan warna akibat proses pengolahan dan penyimpanan, memberikan identitas pada produk pangan, menarik perhatian konsumen (Hendry, 1996). Aturan mengenai penggunaan zat pewarna di Indonesia diatur dalam SK Menteri Kesehatan RI tanggal 22 Oktober 1973 No.11332/A/SK/73. Karena pengaturan di Indonesia masih terbatas, maka tata cara penggunaan zat pewarna biasanya mengikuti aturan dari FDA (Winarno, 1992).

2.12 Spektrofotometer

Spektrofotometer merupakan alat yang digunakan untuk mengukur absorbansi dengan cara melewatkan cahaya dengan panjang gelombang tertentu pada suatu obyek kaca atau kuarsa yang disebut kuvet. Sebagian dari cahaya yang dilewatkan akan sebanding dengan konsentrasi larutan di dalam kuvet.

Hubungan antara absorbansi terhadap konsentrasi akan linear ($A \approx C$) apabila nilai absorbansi larutan antara 0,2-0,8 ($0,2 \leq A \leq 0,8$) atau sering disebut sebagai daerah berlaku hukum Lambert-Beer. Jika absorbansi yang diperoleh lebih besar maka hubungan absorbansi tidak linear lagi.

Spektrofotometer dibagi menjadi dua jenis yaitu spektrofotometer *single-beam* dan spektrofotometer *double-beam*. Cahaya yang dapat dilihat oleh manusia disebut cahaya terlihat/tampak. Biasanya cahaya yang terlihat merupakan campuran dari cahaya yang mempunyai berbagai panjang gelombang, mulai dari 400 nm sampai dengan 700 nm, seperti pelangi di langit.

Tabel 6. Hubungan antara Panjang Gelombang dan Warna pada Sinar Tampak

Panjang Gelombang (nm)	Warna	Warna Komplementer
400 - 435	Lembayung (violet)	Hijau Kekuningan
435 - 480	Biru	Kuning
480 - 490	Hijau-biru	Jingga
490 - 500	Biru hijau	Merah
500 - 560	Hijau	UnguKemerahan
560 - 580	Kuning-hijau	Ungu
580 - 595	Kuning	Biru Kehijauan
595 - 610	Jingga	Hijau Kebiruan
610 - 750	Merah	Hijau

Sumber : Decky, 2013

Komponen instrumen untuk spektrofotometer serapan sinar tampak dan ultra violet terdiri dari 6 komponen, yaitu:

1. Sumber cahaya
2. Pemilihan panjang gelombang
3. Pemegang sampel
4. Detector radiasi
5. Amplifier
6. Pembaca sinyal